

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

ALUNO: CARLOS DE OLIVEIRA SILVA

TÍTULO: ALCALINIDADE A HCO_3^-

**CURSO DE EAD 40 HORAS
TRATADOR DE PISCINAS**

**CETTAPI
CENTRO DE TREINAMENTO DE
TRATAMENTO DE ÁGUAS DE PISCINAS**

MARÇO DE 2025

1- Introdução

Neste trabalho de conclusão será abordado o tema sobre a alcalinidade a (HCO_3^-) na água de piscina. Sem sombras de dúvidas, a alcalinidade junto com o pH são os dois principais parâmetros no tratamento de água de piscina, sem a sua existência e o controle desses 2 parâmetros no meio aquoso podemos afirmar que não existe tratamento químico. De forma geral, será apresentado e abordado todas as etapas sobre alcalinidade na água da piscina.

Vale ressaltar que a alcalinidade e o pH, parâmetros existentes na água da piscina, ambos são mencionados na lei de Langelier (Índice de Saturação de Langelier = LSI). O LSI foi desenvolvido pelo Dr. Wilfred Langelier no início do século XX.

A sua firme intenção era descobrir a força motriz por detrás da floculação e precipitação de sais na água ou, inversamente, descobrir quando é que esses sais se dissolviam. O estudo esclareceu o funcionamento da corrosão e da sedimentação devido aos solutos na água.

A **alcalinidade** é por vezes confundida com o conceito de pH alcalino, mas não está diretamente relacionada. A alcalinidade é definida como a quantidade de carbonatos, bicarbonatos e hidróxidos dissolvidos na água. As águas com estes solutos têm geralmente um pH básico ou alcalino e proporcionam um pH muito estável. A água com baixa alcalinidade facilita a corrosão dos materiais através dos quais a água flui, como metais ou rochas, e resulta num pH com baixa estabilidade. Uma alcalinidade elevada aumenta o risco de incrustação.

O **pH** é a representação numérica da quantidade de iões de hidrogénio numa solução e desempenha um papel muito ativo na solução ou precipitação dos elementos dissolvidos na água. O hidrogénio é um elemento muito reativo que pode modificar os compostos presentes na água, tornando-os mais ou menos solúveis (DEL REY, 2019).

2- Revisão Bibliográfica

A alcalinidade é a medida total das substâncias presentes na água, e capazes de neutralizar ácidos. Em outras palavras, é a quantidade de substâncias presentes na água e que atuam como tampão. Se numa água quimicamente pura ($\text{pH}=7$) for adicionada

pequena quantidade de um ácido fraco seu pH mudará instantaneamente. Numa água com certa alcalinidade a adição de uma pequena quantidade de ácido fraco não provocará a elevação de seu pH, porque os íons presentes irão neutralizar o ácido. Se um manancial tem abundância de material tampão (alta alcalinidade), ele é mais estável e resistente às variações de pH. Se, por outro lado, volumes crescentes de ácidos (a chuva ácida, por ex.) são adicionados ao lago, a sua capacidade tampão é consumida. Se os solos e rochas do entorno acrescentam material tampão adicional, a alcalinidade pode, eventualmente, ser restaurada. Mesmo uma perda temporária da capacidade tampão pode permitir que sejam atingidos níveis de pH perigosos para a vida aquática. Em águas subterrâneas a alcalinidade é devida principalmente aos carbonatos e bicarbonatos e, secundariamente, aos íons hidróxidos, silicatos, boratos, fosfatos e amônia. Alcalinidade total é a soma da alcalinidade produzida por todos estes íons presentes numa água. Águas que percolam rochas calcárias (calcita = CaCO_3) geralmente possuem alcalinidade elevada. Granitos e gnaisses, rochas comuns em muitos Estados brasileiros, possuem poucos minerais que contribuem para a alcalinidade das águas subterrâneas. A alcalinidade total de uma água é expressa em mg/l de CaCO_3 (miligramas por litro de carbonato de cálcio) (UFRRJ, 2025).

2.1- O que é a alcalinidade de piscina ?

Alcalinidade é um fator muito importante na água da sua piscina, que exige monitoramento constante a fim de mantê-la em equilíbrio.

Juntamente com o pH, a alcalinidade preserva a saúde química da água da piscina e, sem a devida manutenção, pode gerar desequilíbrio e variação excessiva do pH!

A alcalinidade mede a capacidade que sua piscina tem de neutralizar ácidos. É um parâmetro que se refere à alcalinidade total (AT): a concentração total de carbonatos dissolvidos, bicarbonatos, hidróxidos e ácidos cianúricos presentes na água.

O nível ideal desse parâmetro na água da piscina é de 80 a 120 partes por milhão (ppm). Assim, se as medidas forem abaixo de 80 ou acima de 120, sua piscina pode ter vários problemas.

2.2- Importância da alcalinidade

- A alcalinidade atua como tampão do pH, evitando variações.
- Uma piscina com alcalinidade ideal reduz o risco de doenças de pele.
- A alcalinidade ideal beneficia o aproveitamento do cloro, que purifica a água.
- A alcalinidade ideal evita a corrosão dos equipamentos.

Fonte: HTH, 2021.

Dois parâmetros dos mais importantes em água de piscina são a **alcalinidade total e o pH**. Ambos também estão na tabela do balanço químico na lei de Langelier.

- Alcalinidade é o conjunto de alguns sais;
- pH é o potencial hidrogeniônico.

Fonte: FORLENZA, 2018.

2.3. O que é alcalinidade total ?

A alcalinidade da água é representada pela presença de íons de hidróxido, carbonato e bicarbonato. Logo, existem 5 possibilidades da alcalinidade se apresentar [POHLING (2009) apud MACEDO, 2019].

- 1- Alcalinidade devido apenas à ocorrência de apresentar **hidróxidos**;
- 2- Alcalinidade devido ao **hidróxido** e ao **carbonato**;
- 3 - Alcalinidade devido **apenas** a presença de **carbonato**;
- 4 - Alcalinidade devido ao **carbonato** e ao **bicarbonato**;
- 5 - Alcalinidade devido apenas ao **bicarbonato**.

Para determinação final da reação de neutralização utiliza-se um indicador e na análise de alcalinidade utiliza-se dois indicadores, com pontos de viragem em função das diversas formas de alcalinidade.

A relação do pH e as diversas formas de alcalinidade é apresentada no quadro a seguir.

Faixa do pH	Alcalinidade
> 9.4	Hidróxidos de Carbonatos
8.3 - 9.4	Carbonatos e Bicarbonatos
4.4 - 8.3	Bicarbonatos

Fonte: ANDRADE, MACÊDO (1994), MACÊDO (2004, 2007), POHLING (2009) apud MACEDO, 2019.

A água reage com CO_2 para formar ácido carbônico (H_2CO_3), mas somente na faixa de 0,1 a 1%. Quando se fala de ácido carbônico, na realidade trata-se de CO_2 [POHLING (2009) apud MACEDO, 2019].

A água da chuva contém, em função do equilíbrio com o CO_2 atmosférico, cerca de 0,6 mg CO_2/L dissolvido. Enquanto que a água da chuva após passar pela camada de vegetação sobre o solo, que se encontra em decomposição, aumenta a concentração inicial do CO_2 .

Em função da faixa ideal de pH para as águas de piscinas variar de 7,2 a 7,6 só existe a alcalinidade a bicarbonatos (HCO_3^-) [MACÊDO (2000, 2003c, 2004, 2007) apud MACEDO, 2019].

Não é possível a coexistência de três formas de alcalinidade numa mesma amostra, em função da reação química do íon bicarbonato com o íon hidróxido.

O íon bicarbonato age como se fosse um ácido fraco na presença de uma base forte, ou seja, somente dois tipos podem estar presentes simultaneamente numa mesma amostra, pois haveria uma reação entre hidróxidos e bicarbonatos, que levaria a forma de carbonatos [ANDRADE, MACÊDO (1994) apud MACEDO, 2019].

2.4- Como ajustar a alcalinidade da água da piscina ?

Para corrigir a alcalinidade da água da piscina é necessário realizar uma pré-análise com um kit de teste de Alcalinidade Total (AT), através do resultado do teste saberá qual ação será tomada, se vai ser necessário elevar ou reduzir a alcalinidade.



Conforme a imagem ao lado, o método mais comum para realizar o teste de alcalinidade total é utilizando o kit de teste que contém um tubo transparente e 02 reagentes (AT1 e AT2).

Com o tubo transparente se coleta 25 ml de amostra da água da piscina, em seguida adicione 3 gotas do reagente AT1 **que contém coloração azul**, agite o tubo transparente em modo circular para homogeneizar a mistura, em seguida adicione cuidadosamente o reagente AT2.

Fonte: GENCO, 2025.

Fonte: GENCO, 2019.

Cada gota do reagente AT2 corresponde a 10 PPM de alcalinidade da água da piscina.
Exemplo: 12 gotas utilizadas: Alcalinidade Total = 12 gotas x 10 PPM = 120 PPM

O resultado do teste será apontado na primeira gota em que a cor da mostra mude de azul para as cores rosa ou amarelo, ou seja, se mudar de cor com 8 gotas do reagente AT2 significa que a alcalinidade total da água da piscina está com 80 PPM, se mudar de cor com 12 gotas do reagente AT2 significa que a alcalinidade total da água da piscina está com 120 PPM (GENCO, 2019).

2.5 - Como elevar a alcalinidade ?

Em resumo, para cada 1000 L (1 m³) de água para aumentar a alcalinidade em 10 PPM deve-se acrescentar 16,8 g de **NaHCO₃** (bicarbonato de sódio).

Um fator que interfere nessa quantidade a ser adicionada à água da piscina é a pureza da substância química, ou seja, se ela possui 99% de pureza existe 1% de impurezas misturados no produto adquirido. Em resumo, se pesar 100 g de sal de bicarbonato de sódio não terei 100 g de bicarbonato de sódio e sim somente 99 g de bicarbonato de sódio.

O bicarbonato de sódio , em geral, se apresenta **com pureza de 99% para aumentar em 10 ppm** a alcalinidade da água da piscina, preciso utilizar uma regra de três:

$$\begin{array}{l} 100\text{g do sal de NaHCO}_3 \quad \text{_____} \quad \mathbf{99\text{ g de NaHCO}_3} \\ X\text{ g} \quad \quad \quad \text{_____} \quad 16,8\text{ de NaHCO}_3 \end{array}$$

$$X = 16,969\text{ g} = 17\text{ g do sal de NaHCO}_3$$

Logo, para adicionar **10 mg de Alcalinidade a HCO₃⁻** em cada 1 m³ (1000 L) da água da piscina necessito adicionar 17 g do sal de **NaHCO₃** , se o sal de NaHCO₃ que está sendo utilizado tem 99% de pureza.

O quadro a seguir apresenta a massa (g) de bicarbonato de sódio (NaHCO₃) com pureza de 99% para ser adicionada na água em função do volume de água da piscina e da quantidade de ppm (mg/L) que deverá ser aumentada para alcançar a faixa ideal.

VOLUME TOTAL DE ÁGUA DA PISCINA (m ³)													
AUMENTAR A ALCALINIDADE	1-m ³	10-m ³	15-m ³	20-m ³	25-m ³	30-m ³	35-m ³	40-m ³	45-m ³	50-m ³	80-m ³	85-m ³	100-m ³
10-PPM	17	170	225	340	425	510	595	680	765	850	1360	1445	1700
20-PPM	34	340	510	680	850	1.020	1.190	1.360	1.530	1.700	2.720	2.890	3.400
30-PPM	51	510	765	1.020	1.275	1.530	1.785	2.040	2.295	2.550	4.080	4.335	5.100
40-PPM	68	680	1.020	1.360	1.700	2.040	2.380	2.720	3.060	3.400	5.440	5.780	6.800
50-PPM	85	850	1.275	1.700	2.125	2.550	2.975	3.400	3.825	4.250	6.800	7.225	8.500
60-PPM	102	1.020	1.530	2.040	2.550	3.060	3.570	4.080	4.590	5.100	8.160	8.670	10.200
70-PPM	119	1.190	1.785	2.380	2.975	3.570	4.165	4.760	5.355	5.950	9.520	10.115	11.900
80-PPM	136	1.360	2.040	2.720	3.400	4.080	4.760	5.440	6.120	6.800	10.880	11.560	13.600
90-PPM	153	1.530	2.295	3.060	3.825	4.590	5.355	6.120	6.885	7.650	12.240	13.005	15.300
100-PPM	170	1.700	2.250	3.400	4.250	5.100	5.950	6.800	7.650	8.500	13.600	14.450	17.000

Cálculos realizados com base no NaHCO₃ → 99% de pureza... ppm = parte por milhão = mg/L 1m³ = 1000 L

Fonte: MACÊDO, 2019.

2.6- Como reduzir a alcalinidade ?

A redução da alcalinidade é realizada com substância com característica ácida, é necessário reduzir a quantidade HCO_3^- e como consequência aumentar o teor de gás carbônico (CO_2) no meio aquoso, o que provoca a redução do valor do pH.

São indicadas duas substâncias:

- Líquido - Ácido Clorídrico (HCl)
- Sólido - Bisulfato de Sódio (NaHSO_4)

Para reduzir a alcalinidade a HCO_3^- (bicarbonato) em **10 mg /L ou 10 PPM** por m^3 (1000 L) deve-se adicionar 14,4671 ml (**14,5 ml**) de HCl / 1 m^3 (1000 L), tendo como referência o HCl 35,20% (p/p), com $d = 1,175 \text{ g/ cm}^3$.

Volume de HCl a ser adicionada por volume de água da piscina (mL)										
VOLUME TOTAL DE ÁGUA DA PISCINA (m³)										
REDUZIR A ALCALINIDADE	1·m³	10·m³	15·m³	20·m³	25·m³	30·m³	35·m³	40·m³	45·m³	50·m³
10·PPM	14,5	145	217,5	290	362,5	435	507,5	580	652,5	1.232,5
15·PPM	21,75	217,5	326,25	435	543,75	652,5	761,25	870	978,75	1.848,75
20·PPM	29	290	435	580	725	870	1.015	1.160	1.305	2.465
30·PPM	43,5	435	652,5	870	1.087,5	1.305	1.522,5	1.740	1.957,5	3.697,5
40·PPM	58	580	870	1.160	1.450	1.740	2.030	2.320	2.610	4.930
50·PPM	72,5	725	1087,5	1.450	1.812,5	2.175	2.537,5	2.900	3.262,5	6.162,5

Fonte: MACÊDO, 2019

Para reduzir a alcalinidade a HCO_3^- (bicarbonato) em **10 mg /L ou 10 PPM** por m^3 (1000 L) deve-se adicionar 0,0211165 g (**21,2 g**) de sal NaHSO_4 / 1 m^3 (1000 L), tendo como referência NaHSO_4 93% (p/p).

Massa de NaHSO ₄ a ser adicionada por volume de água da piscina (g)										
VOLUME TOTAL DE ÁGUA DA PISCINA (m ³)										
REDUZIR A ALCALINIDADE	1·m ³	10·m ³	15·m ³	20·m ³	25·m ³	30·m ³	35·m ³	40·m ³	45·m ³	50·m ³
10·PPM	21,2	212	318	424	530	636	742	848	954	1.060
15·PPM	31,8	318	477	636	795	954	1.113	1.272	1.431	1.590
20·PPM	42,4	424	636	848	1.060	1.272	1.484	1.696	1.908	2.120
30·PPM	63,6	636	954	1.272	1.590	1.908	2.226	2.544	2.862	3.180
40·PPM	84,8	848	1.272	1.696	2.120	2.544	2.968	3.392	3.816	4.240
50·PPM	106	1.060	1.590	2.120	2.650	3.180	3.710	4.240	4.770	5.300

Fonte: MACÊDO, 2019

2.7- A interferência da ácido cianúrico na alcalinidade

O valor do fator de correção da alcalinidade a bicarbonato (HCO₃⁻) em função da presença de cianurato, valores da fração de ácido cianúrico, a 26,67°C, com TDS de 1000 ppm, em vários pH's.

pH	Fração do ácido cianúrico	Fator correção (Fcy)
7,0	0,63	0,24
7,2	0,73	0,28
7,4	0,81	0,31
7,6	0,87	0,34
7,8	0,91	0,35
8,0	0,94	0,36
8,2	0,96	0,37

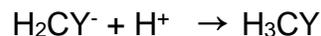
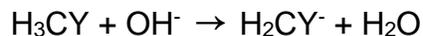
Fonte: WOJTOWICZ (2001a), APSP (2014a) apud MACEDO, 2019.

Piscinas contendo ácido cianúrico devem ter sua alcalinidade corrigida para baixo. Para a devida correção são importantes o pH da água e o teor de ácido cianúrico. Através do pH da água determina-se o fator de correção que, multiplicado pela concentração do ácido cianúrico, indica o valor que deve ser subtraído da alcalinidade total medida para se obter a alcalinidade total corrigida.

Exemplo: Uma piscina teve sua **alcalinidade total medida em 120 ppm**, seu **pH é de 7,8** e a concentração de **ácido cianúrico é de 50 ppm**. A alcalinidade corrigida é de:
 $120 \text{ PPM ALC. TOTAL} - (50 \text{ PPM (CYA)} \times 0,35(\text{Fcy})) = 102,5$

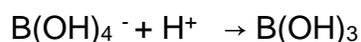
Alcalinidade total baseada em ácido cianúrico

O ácido cianúrico é introduzido na piscina com a finalidade de diminuir o consumo de cloro em dias de sol e pode ser introduzido na forma pura de ácido cianúrico ou pelo uso de dicloro ou tricloro, produtos que já contém na sua formulação o ácido cianúrico. Infelizmente altas concentrações de ácido cianúrico do uso de dicloro e tricloro interferem na eficiência do cloro. Mas as reações são análogas às reações do bicarbonato de sódio, ou seja: São as seguintes fórmulas:



2.8- Alcalinidade total baseada em produtos derivados de boro

O uso de produtos derivados de boro é utilizado principalmente nos Estados Unidos como forma de evitar e combater as algas. Da mesma maneira que a alcalinidade a bicarbonato e cianúrica, também o ácido bórico e seu sal ou ânion conjugado agem como um sistema de tampão. A sua máxima eficiência ocorre num pH de 9,2, o que é fora do intervalo de pH entre 7,2 e 7,8. São as seguintes fórmulas:



Fonte: MAIERÁ, 2021.

2.9- O crescimento de algas e a alcalinidade

Em função das águas das piscinas que ficaram verdes durante as Olimpíadas no Rio de Janeiro em 2016, apresenta-se neste tópico informações e responder à questão: Porque as águas das piscinas ficaram verdes pela presença de algas ?

A resposta é muito simples, a alcalinidade da água a bicarbonato (HCO_3^-) estava muito baixa

As algas constituem um grupo de organismos aquáticos unicelulares ou pluricelulares, móveis ou imóveis, dotados de pigmentos fotossintéticos, denominados "clorofilas".

Foram isoladas cinco clorofilas, mas apenas uma, a clorofila "a" é comum a todos os grupos algais, através das clorofilas, elas têm calor e energia química [UEHARA, VIDAL (1989) apud MACEDO, 2019).

A fotossíntese pode ser dividida **EM TRÊS ESTÁGIOS** [ROUND (1983) apud MACEDO, 2019]:

(FASE FOTOQUÍMICA - A fase clara é conhecida por suas reações dependerem da luz para ocorrer. - **2 (DOIS) estágios com presença de luz!**

A ASSIMILAÇÃO DE GÁS CARBÔNICO, da fotossíntese, conhecida como **CICLO DE CALVIN** (ou **FASE ESCURA**), **CHAMO DE TERCEIRO ESTÁGIO**, utilizando a energia e o poder redutor dos produtos formados no segundo estágio, é a **FASE QUÍMICA - NÃO DEPENDE DA LUZ DIRETAMENTE, MAS, precisa que ocorra a fase 1, que depende da luz.**

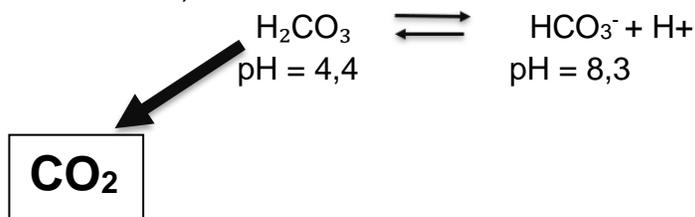
As reações do **CICLO DE CALVIN** são também chamadas de **FASE ESCURA** porque **NÃO** são conduzidas diretamente pela luz.



Fonte: MACEDO, 2019.

Efeito indireto proporcionado pelas algas decorre do consumo de dióxido de carbono (CO_2) que pode ser originário de duas fontes:

- i) como um subproduto de respiração de bactérias; e
- ii) proveniente dos BICARBONATOS do meio, ou seja, as algas reduzem a concentração da alcalinidade a bicarbonato no meio aquático [ALAVA, MELLO, KLAUS (1997 apud MACEDO, 2019)].



Logo, quando a equação se desloca para a esquerda, pela redução do pH, se aumenta a concentração de CO_2 que será utilizado pelas algas no seu processo fisiológico [ALAVA, MELLO, KLAUS (1997 apud MACEDO, 2019)].

Quando se acrescenta bicarbonato (HCO_3^-) na água da piscina, desloca o equilíbrio da equação para o lado do bicarbonato reduzindo a quantidade de gás carbônico (CO_2) que é o insumo necessário para o crescimento das algas (MACEDO, 2019).

2.10- Parâmetro de alcalinidade em diferentes países

O quadro abaixo apresenta valores indicados e definidos para parâmetro físico-químico de água de piscina de diferentes países, cidades, instruções e legislações de épocas diferentes.

Essa variedade de propostas em termos de valores para um mesmo parâmetro físico-químico mostra que não existe um consenso para a definição de níveis que caracterizam as qualidades físico-químicas da água da piscina.

Em função do ressaltado, o Autor apresenta proposta denominada "valor indicado" para as águas de piscinas do Brasil.

Especificação ^a	Valor-Indicado ^a	Valor-de-Outras-Referências ^a	Referência ^a
□		60 ppm (min) a 180 ppm (máx) ^a	ANSI / APSP, 2009 [¶] NOVASCOTIA, 2014 ^a
		80 A 100 ppm (DECI) [¶] 100 a 120 ppm (DECO e cloro gás) ^a	NOVASCOTIA, 2014 ^a
		> 80 ppm a 120 ppm (ideal) ^a	TORONTO, 2009 [¶] NOVASCOTIA, 2014 ^a
		60 a 200 ppm ^a	SOUTH-AUSTRALIA, 2013 ^a
		60 a 180 ppm ^a	CDC, 2014, 2016; ARKO, 2005 ^a
		Até 140 ppm ^a	COLOMBIA, 2010 ^a
¶ ALCALINIDADE [¶] (mg·CaCO ₃ ·L) ^a	¶ 80 a 150 ¶ ppm ^a	75-150 ppm (aceitável) [¶] 80-120 ppm [Ca(ClO) ₂] [¶] 120-150ppm (NaClO) ^a	¶ BRECKLAND COUNCIL, 2018 ^a
□		75 a 200 ppm ^a	EUSA, 2010 ^a
		80 a 150 ppm ^a	BAQUACIL, 2018 ^a
		80 a 200 ppm ^a	NSW, 2013; PWTAG, 2017; ¶ HONG-KONG, 2017 ^a
		80 a 100 ppm ^a	COLUMBUS, 2016 ^a
		60 a 200 ppm ^a	AUSTRALIA / DEPARTMENT OF HEALTH, 2015 ^a
		75 A 200 ppm ^a	BELEZA, COSTA, BAPTISTA, FERNANDES, 2014 ^a
		180 a 200 ppm (c/ Cloro Gás) [¶] 80-120 ppm [Ca(ClO) ₂] [¶] 120 a 150 ppm (c/ NaClO) ^a	¶ LOVIBOND, 2011 ^a
		70 a 250 ppm ^a	BELEZA, PINTO, SANTOS (2007) ^a

Fonte: MACÊDO, 2019.

3- Conclusão

Conclui-se que a água da piscina deve-se trabalhar somente com alcalinidade a bicarbonato (HCO₃⁻) e necessariamente dentro da sua faixa recomendada que é entre 80 a 120 PPM. Para que isso se concretize é necessário que o pH esteja trabalhando dentro da faixa ideal, que é entre 7,4 a 7,6.

A alcalinidade a (HCO_3^-) trabalhando dentro da faixa recomendada o pH se torna estável dentro da água da piscina e desta forma, sem oscilação, se reduz o uso de corretivos de pH.

Com o pH trabalhando de forma estável o cloro terá uma excelente performance na hora de realizar a desinfecção na água da piscina, vale ressaltar que quanto mais próximo do pH 7.0 melhor será a ação do cloro e quando o pH estiver acima de 7.8 menor será a ação do cloro.

Quando a alcalinidade a bicarbonato de sódio está trabalhando na água da piscina acima de 100 PPM a quantidade de gás carbônico é reduzido, pois ele é o insumo necessário para a proliferação de algas, sendo assim, concluo que o centro do ideal para o pH trabalhar dentro da água da piscina é o 7,4, pois além do conforto para os usuários um pH menor que 7,4 aumenta a quantidade de concentração de gás carbônico.

4- Referências Bibliográfica

DEL REY, I. **Índice de Langelier**. 23 abril de 2019. Disponível em: <<https://www.tiloom.com/pt/indice-de-langelier/#:~:text=%C3%8Dndice:%20%C3%8Dndice%20de%20Langelier,devido%20a os%20solutos%20na%20%C3%A1gua.&text=O%20pH%20%C3%A9%20a%20representa%C3%A7%C3%A3o,os%20mais%20ou%20menos%20sol%C3%BAveis>>. Acesso em 15 de março de 2025.

FORLENZA, F. **Dois parâmetros dos mais importantes em água de piscina são a alcalinidade total e o pH**. Apostila HTH/Pace - CPP (Clube do Parceiro Profissional) - Treinamento Técnico Tratadores de Piscinas. pp.101-105. 2018.

GENCO. **Estojo de Testes GENCO®- AT**. Disponível em: <<https://www.genco.com.br/estojo-at/>>. Acesso em 10 de março 2025.

GENCO. **Como ajustar a alcalinidade da água da piscina**. 2019. 23 de julho de 2019. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=qdXkiAxcykM&t=51s>>. Acesso em 10 de março de 2025.

HTH. **O que é a alcalinidade de piscina?** Blog HTH Brasil. 2021. Disponível em: <<https://blog.hth.com.br/alcalinidade-um-guia-pratico/#:~:text=Por%20que%20a%20alcalinidade%20da,equipamentos%20por%20causa%20da%20corros%C3%A3o>> Acesso: 15 de Março de 2025.

MACÊDO, J. A. B. **PISCINA - ÁGUA & TRATAMENTO & QUÍMICA**. 2ª Edição Atualizada e Revisada. 796p. 2019.

MAIERÁ, N. **PISCINAS LITRO A LITRO**. 3ª. Edição. São Paulo: ESEDRA. 572p. 2021.

UFRRJ (Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro). **Alcalinidade**. Disponível em: <<http://www.ufrrj.br/institutos/it/de/acidentes/alc.htm#:~:text=A%20Alcalinidade%20%C3%A9%20a%20medida,fraco%20seu%20pH%20mudar%C3%A1%20instantaneamente>> Acesso em 15 de Março de 2025